



日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 2月 3日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-026139

出 願 人

Applicant (s):

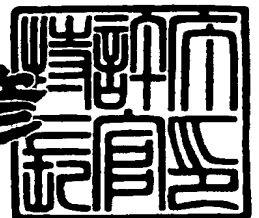
株式会社村田製作所

RECEIVED
JUN 29 2000
TECHNOLOGY CENTER 2800

2000年 3月 3日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3012921

【書類名】 特許願

【整理番号】 19

【提出日】 平成12年 2月 3日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 29/84
G01L 19/00

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田
製作所内

【氏名】 小口 貴弘

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

【識別番号】 100093894

【弁理士】

【氏名又は名称】 五十嵐 清

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成11年特許願第111298号

【出願日】 平成11年 4月19日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 000480

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004888

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 外力検知センサの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 素子基板を貫通ドライエッチングしてセンサ素子を形成する外力検知センサの製造方法において、前記素子基板のドライエッチングに用いるエッチングストップ層として導電性材料を用いることを特徴とする外力検知センサの製造方法。

【請求項 2】 素子基板の裏面側に凹部を形成すると共に表面側にメンブレンを形成する工程と、前記素子基板の凹部の天面に導電性材料から成るエッチングストップ層を設ける工程と、前記素子基板の裏面側を支持基板に接合する工程と、前記素子基板のメンブレンをドライエッチングして、センサ素子を形成する工程と、を含む外力検知センサの製造方法。

【請求項 3】 凹部は素子基板の裏面中央部に形成することを特徴とした請求項 2 記載の外力検知センサの製造方法。

【請求項 4】 素子基板を貫通ドライエッチングしてセンサ素子を形成する外力検知センサの製造方法において、前記素子基板とこの素子基板を支えるダミー支持基板との間に、導電性材料から成るエッチングストップ層を介在させたことを特徴とする外力検知センサの製造方法。

【請求項 5】 素子基板にセンサ素子を形成した後に、ダミー支持基板とエッチングストップ層を除去し、然る後に、凹部が形成された支持基板を上記素子基板の裏面側に配置して上記素子基板のセンサ素子に上記支持基板の凹部を対向させ、素子基板に支持基板を接合することを特徴とした請求項 4 記載の外力検知センサの製造方法。

【請求項 6】 素子基板の裏面側における設定のセンサ素子形成領域に導電性材料から成るエッチングストップ層を形成し、凹部が形成された支持基板を上記素子基板の裏面側に配置して上記素子基板のエッチングストップ層に上記支持基板の凹部を対向させ、素子基板に支持基板を接合し、然る後に、前記素子基板のセンサ素子形成領域を表面側から貫通ドライエッチングにより加工してセンサ素子を形成することを特徴とする外力検知センサの製造方法。

【請求項 7】 素子基板の裏面側における設定のセンサ素子形成領域に導電性材料から成るエッチングストップ層を形成し、凹部が形成された支持基板を上記素子基板の裏面側に配置して上記素子基板のエッチングストップ層に上記支持基板の凹部を対向させ、素子基板に支持基板を接合し、その後に、前記素子基板を所定の厚みに薄くする加工を施し、然る後に、前記素子基板のセンサ素子形成領域を表面側から貫通ドライエッチングにより加工してセンサ素子を形成することを特徴とする外力検知センサの製造方法。

【請求項 8】 素子基板の設定のセンサ素子形成領域を表裏両面側から加工してメンブレンを形成し、メンブレンの裏面側に導電性材料から成るエッチングストップ層を形成し、その後に、素子基板の裏面側に支持基板を接合し、メンブレンを表面側から貫通ドライエッチングにより加工してセンサ素子を形成することを特徴とする外力検知センサの製造方法。

【請求項 9】 素子基板はシリコンにより形成され、支持基板はガラス材料により形成されており、素子基板と支持基板を陽極接合することを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 又は請求項 5 又は請求項 6 又は請求項 7 又は請求項 8 記載の外力検知センサの製造方法。

【請求項 10】 エッチングストップ層のドライエッチング速度に対する素子基板のドライエッチング速度の比である選択比が 1 以上となる導電性材料によってエッチングストップ層が形成されていることを特徴とした請求項 1 乃至請求項 9 の何れか 1 つに記載の外力検知センサの製造方法。

【請求項 11】 センサ素子は可動素子であることを特徴とした請求項 1 乃至請求項 10 の何れか 1 つに記載の外力検知センサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、角速度センサや加速度センサ等の外力検知センサの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

図6(a)には本出願人が提案している外力検知センサである角速度センサが上面図により示され、また、図6(b)には上記図6(a)に示すA-A部分の断面図が示されている。この図6(a)、(b)に示す角速度センサを構成するセンサ素子1は、例えばガラスの支持基板2に接合される素子基板(例えば単結晶のシリコン基板等の半導体基板)3をドライエッチング加工して予め定めた設定の形状としたものである。

【0003】

図6(a)、(b)に示すように、上記支持基板2のX-Y平面方向の面である表面2aの上方には、振動体5が上記支持基板2から浮いた状態で配置されている。この振動体5は四角形状の枠体5aの内側におもり5bが設けられた構成と成している。この振動体5を囲むように複数(図6の例では4個)の固定部6が互いに間隔を介して支持基板2上に固定配設されており、上記振動体5は上記各固定部6にそれぞれL字形状の支持梁(梁)7によってX方向およびY方向に振動可能に支持されている。

【0004】

振動体5の図の左右両側にはそれぞれ横方向(X方向)の外側に向かって櫛歯状の可動電極10(10a, 10b)が形成されており、この可動電極10と間隔を介して噛み合う固定櫛歯電極11(11a, 11b)が固定部12から横方向の内側に向かって伸長形成されている。

【0005】

上記固定櫛歯電極11a, 11bにはそれぞれ図示しない導電パターンが接続されており、該導電パターンを介して上記各固定櫛歯電極11a, 11bにそれぞれ外部から電圧を印加することができるように形成されている。例えば、上記可動電極10a, 10bを設定の定電圧(例えば零V)の状態にして、固定櫛歯電極11a, 11bに上記各導電パターンを介してそれぞれ互いに位相が180°異なる交流電圧を印加すると、可動電極10aと固定櫛歯電極11a間と、可動電極10bと固定櫛歯電極11b間とにそれぞれ逆向きの静電力が発生し、この静電力により振動体5は、X方向に励振振動するようになっている。

【0006】

また、振動体5の図の上下両側にはそれぞれ縦方向（Y方向）の外側に向かって可動電極13（13a, 13b）が伸長形成されており、この可動電極13と間隔を介して対向する固定電極14（14a, 14b）が固定部15から縦方向の内側に向かって伸長形成されている。

【0007】

上記構成の角速度センサ（外力検知センサ）では、上記したように振動体5がX方向に励振振動している状態で、外力検知センサが上記X-Y平面方向に直交するZ軸を回転軸として回転すると、Y方向にコリオリ力が発生する。このコリオリ力が振動体5に加えられ、振動体5はコリオリ力の方向に振動する。このコリオリ力に起因した振動体5のY方向の振動によって上記可動電極13と固定電極14間の間隔が変化して、可動電極13と固定電極14間の静電容量が変化する。この静電容量変化を利用して、上記コリオリ力による振動体5のY方向の振動振幅の大きさに対応する電気信号を検出することで、回転の角速度の大きさを検知することができる。このように、図6に示す角速度センサのセンサ素子1は振動体5や支持梁7等の可動部を有する可動素子と成している。

【0008】

次に、上記図6に示す角速度センサの製造方法の一例を図7（a）～（e）に示す断面図を用いて簡単に説明する。例えば、まず、図7（a）に示すように、素子基板3の裏面3bにRIE（反応性イオンエッチング）等のドライエッチング技術によって凹部16を形成して、例えば、厚みdが60～70μmのメンブレン（ダイヤフラム）17を形成する。

【0009】

次に、図7（b）に示すように、上記凹部16の天面16aにCVD（化学気相成長）等の成膜技術を用いて、酸化シリコンから成るエッチングストップ層18を形成する。

【0010】

そして、図7（c）に示すように、上記素子基板3の裏面3b側に支持基板2を配置して、支持基板2および素子基板3を高温に加熱し高電圧を印加して支持基板2と素子基板3を陽極接合する。

【0011】

然る後に、フォトリソグラフィ法およびRIEを利用して上記支持基板2のメンブレン17を加工して、図7(d)に示すように、素子基板3の表面3aから上記エッチングストップ層18に達する貫通部20を複数形成し、これら複数の貫通部20によって、振動体5と支持梁7と可動電極10と固定櫛歯電極11と可動電極13と固定電極14等を形作ってセンサ素子1を形成する。なお、この明細書では、上記のように、基板の表面から裏面に貫通する貫通部を形成するためのドライエッチング技術を貫通ドライエッチングと述べている。

【0012】

上記のように、センサ素子1が形作られた後には、図7(e)に示すように、上記エッチングストップ層18をバッファフッ酸水溶液を用いてウエットエッチング除去する。以上のようにして、図6に示すような角速度センサを製造することができる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記のように、従来では、角速度センサ等の外力検知センサの製造中に形成されるエッチングストップ層18は、層形成の容易さや、外力検知センサの製造プロセスの簡素化を図る観点から、酸化シリコン等の絶縁体により構成されていた。ところが、上記のように、エッチングストップ層18が絶縁体により形成されているために、図7(e)に示すように貫通部20の側壁面の下部側（つまり、エッチングストップ層18が形成されている側）にノッチ（欠け）nが形成されることに本発明者は気付いた。

【0014】

それというのは次に示すような理由に因るものと考えられる。例えば、センサ素子1を形作るために、素子基板3を貫通ドライエッチングにより加工しているとき（ドライエッチング中）には、図6(a)に示す振動体5の枠体5aとおもり5b間の貫通部（エッチング孔）20aのようなエッチング除去面積が広い部分は、マイクロローディング効果によって、可動電極10と固定櫛歯電極11間の貫通部（エッチング溝）20bのようなエッチング除去面積が狭い部分よりも

速くエッチング除去が達成される。

【0015】

このように、貫通ドライエッチングを開始してからエッチング除去がエッチングストップ層18まで達成されて貫通部20の形成が完了するに要する時間は上記エッチング除去面積の違い等によって各貫通部20毎に異なる。上記貫通ドライエッチングは全ての貫通部20の形成が完了するまで継続的に行われるため、エッチング除去が完了したのにも拘わらずエッチングガスに晒され続ける貫通部20（以下、このような貫通部をオーバーエッチング中の貫通部と記す）が生じてしまう。

【0016】

このようなオーバーエッチング中の貫通部20では、エッチング除去が完了しているのにエッチングガスが継続的に入り込んで、貫通部20の底部のエッチングストップ層18は、エッチングガス中のプラスイオンの衝突によって、プラス（正）に帯電する。

【0017】

そして、そのように、エッチングストップ層18がプラスに帯電した以降にも引き続きエッチングが継続されてエッチングガスが貫通部20の内部に入り込み続ける場合には、そのエッチングガス中のプラスイオンは、貫通部20の内部をエッチングストップ層18に向かって真っ直ぐに直進するが、エッチングストップ層18に達する直前で、上記エッチングストップ層18のプラス電荷に反発する。しかも、上記貫通部20の側壁面はエッチングガス中の電子の衝突によってマイナス（負）に帯電していることから、上記プラスイオンは、エッチングストップ層18に達する直前で、貫通部20の側壁面に引き寄せられてプラスイオンの進路は大きく湾曲する。その結果、上記エッチングガス中のプラスイオンは貫通部20の側壁面の底部側（エッチングストップ層18の形成側）に衝突して、前記図7（e）に示すようなノッチnを形成してしまう。

【0018】

また、エッチングストップ層18が絶縁体により構成されているために、次に示すような問題発生の虞があることも分かった。その問題とは、貫通部20を形

成するために貫通ドライエッチングを行っている最中に、図8(a)に示すように、何れの貫通部20も形成完了していないときには、図の矢印に示すような熱移動があり、例えばエッチングガス中の電子が衝突して貫通部20の側壁面に発生した熱はメンブレン17中に拡散していき、メンブレン17等のドライエッチング加工対象領域はほぼ全領域に互り同程度の温度となっている。

【0019】

ところが、図8(b)に示すようにオーバーエッチング中の貫通部20Aが生じてくると、そのオーバーエッチング中の貫通部20Aによって挟み込まれた部分(例えば図8(b)の符号21に指し示された部分)の温度が上昇してくる。つまり、エッチングガス中の電子がオーバーエッチング中の貫通部20Aの側壁面に衝突して熱を発生させたときに、エッチングストップ層18は絶縁体により構成されて熱伝導が非常に悪いので、上記部分21は熱的に他の領域と独立した状態となっており、その部分21の側壁面に熱が籠もって該部分21の温度が他の領域よりも上昇する。このため、その部分21は他の領域よりもエッチング除去され易い状況となり、図8(c)の点線に示すような寸法で形成されるべきところが、実線に示すようにエッチング除去が過剰に成されてしまい、設計通りの寸法で形成されないという過剰エッチングの問題が生じる。

【0020】

上記のように、従来では、エッチングストップ層18を絶縁体により形成していたために、貫通部20の側壁面のエッチングストップ層18側にノッチnが形成されたり、過剰エッチング発生して、設計寸法通りに精度良くセンサ素子1を形成することができない事態が発生していることに本発明者は気付いた。そのように、寸法精度良くセンサ素子1を形成することができないことによって、例えば、外力検知センサの安定的な出力感度を得ることができないという問題が生じる。

【0021】

本発明は上記課題を解決するために成されたものであり、その目的は、設計寸法通りに精度良くセンサ素子を形成することができる外力検知センサの製造方法を提供することにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、この発明は次に示す構成をもって前記課題を解決する手段としている。すなわち、第1の発明における外力検知センサの製造方法は、素子基板を貫通ドライエッチングしてセンサ素子を形成する外力検知センサの製造方法において、前記素子基板のドライエッチングに用いるエッチングストップ層として導電性材料を用いる構成をもって前記課題を解決する手段としている。

【0023】

第2の発明における外力検知センサの製造方法は、素子基板の裏面側に凹部を形成すると共に表面側にメンブレンを形成する工程と、前記素子基板の凹部の天面に導電性材料から成るエッチングストップ層を設ける工程と、前記素子基板の裏面側を支持基板に接合する工程と、前記素子基板のメンブレンをドライエッチングして、センサ素子を形成する工程と、を含むことを特徴として構成されている。

【0024】

第3の発明における外力検知センサの製造方法は、上記第2の発明を構成する凹部は素子基板の裏面中央部に形成されていることを特徴として構成されている。

【0025】

第4の発明における外力検知センサの製造方法は、素子基板を貫通ドライエッチングしてセンサ素子を形成する外力検知センサの製造方法において、前記素子基板とこの素子基板を支えるダミー支持基板との間に、導電性材料から成るエッチングストップ層を介在させたことを特徴として構成されている。

【0026】

第5の発明における外力検知センサの製造方法は、上記第4の発明の構成を備え、素子基板にセンサ素子を形成した後に、ダミー支持基板とエッチングストップ層を除去し、然る後に、凹部が形成された支持基板を上記素子基板の裏面側に配置して上記素子基板のセンサ素子に上記支持基板の凹部を対向させ、素子基板

に支持基板を接合することを特徴として構成されている。

【 0 0 2 7 】

第 6 の発明における外力検知センサの製造方法は、素子基板の裏面側における設定のセンサ素子形成領域に導電性材料から成るエッチングストップ層を形成し、凹部が形成された支持基板を上記素子基板の裏面側に配置して上記素子基板のエッチングストップ層に上記支持基板の凹部を対向させ、素子基板に支持基板を接合し、然る後に、前記素子基板のセンサ素子形成領域を表面側から貫通ドライエッチングにより加工してセンサ素子を形成することを特徴として構成されている。

【 0 0 2 8 】

第 7 の発明における外力検知センサの製造方法は、素子基板の裏面側における設定のセンサ素子形成領域に導電性材料から成るエッチングストップ層を形成し、凹部が形成された支持基板を上記素子基板の裏面側に配置して上記素子基板のエッチングストップ層に上記支持基板の凹部を対向させ、素子基板に支持基板を接合し、その後に、前記素子基板を所定の厚みに薄くする加工を施し、然る後に、前記素子基板のセンサ素子形成領域を表面側から貫通ドライエッチングにより加工してセンサ素子を形成することを特徴として構成されている。

【 0 0 2 9 】

第 8 の発明における外力検知センサの製造方法は、素子基板の設定のセンサ素子形成領域を表裏両面側から加工してメンブレンを形成し、メンブレンの裏面側に導電性材料から成るエッチングストップ層を形成し、その後に、素子基板の裏面側に支持基板を接合し、メンブレンを表面側から貫通ドライエッチングにより加工してセンサ素子を形成することを特徴として構成されている。

【 0 0 3 0 】

第 9 の発明における外力検知センサの製造方法は、上記第 2 又は第 3 又は第 5 又は第 6 又は第 7 又は第 8 の発明を構成する素子基板はシリコンにより形成され、支持基板はガラス材料により形成されており、素子基板と支持基板を陽極接合することを特徴として構成されている。

【 0 0 3 1 】

第10の発明における外力検知センサの製造方法は、上記第1～第9の発明の何れか1つの発明の構成を備え、エッチングストップ層のドライエッチング速度に対する素子基板のドライエッチング速度の比である選択比が1以上となる導電性材料によってエッチングストップ層が形成されていることを特徴として構成されている。

【0032】

第11の発明における外力検知センサの製造方法は、上記第1～第10の発明の何れか1つの発明を構成するセンサ素子は可動素子であることを特徴として構成されている。

【0033】

上記構成の発明において、エッチングストップ層を導電性材料により構成した。このため、貫通ドライエッチング中に、エッチングガスのプラスイオンがオーバーエッチング中の貫通部の内部に入り込んでエッチングストップ層に衝突して該エッチングストップ層がプラスに帯電しても、そのエッチングストップ層のプラス電荷は、瞬時に、貫通部の側壁面のマイナス電荷と電氣的に中和することとなる。

【0034】

このことから、エッチングストップ層はプラスに帯電し続けることが無くなり、従来の問題、つまり、オーバーエッチング中の貫通部の内部に入り込んだエッチングガスのプラスイオンが、エッチングストップ層の継続的なプラス帯電状態によって、エッチングストップ層に達する直前で、その進路を変えて貫通部の側壁面に湾曲して衝突し、これにより、貫通部の側壁面のエッチングストップ層側にノッチを形成してしまうという問題を防止することができる。

【0035】

また、導電性材料のエッチングストップ層は熱伝導が良いために、素子基板の熱はそのエッチングストップ層を介して伝搬することが容易であることから、オーバーエッチング中の貫通部に囲まれている領域が他の領域よりも温度上昇することを回避することができる。これにより、所定のエッチング除去が終了しているのにも拘わらず、温度上昇に起因してエッチングが過剰に行われてしまうとい

う過剰エッチング問題を防止することができる。

【0036】

上記のように、貫通部の側壁面におけるノッチ形成の回避と、過剰エッチングの防止とが成されるので、センサ素子を設計通りの寸法で精度良く製造することが可能となる。これにより、性能の良い外力検知センサを提供することが容易となる。

【0037】

【発明の実施の形態】

以下に、この発明に係る実施形態例を図面に基づいて説明する。

【0038】

図1(a)～(e)には本発明に係る外力検知センサの製造方法の第1の実施形態例が示されている。なお、この第1の実施形態例の説明において、前記従来例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

【0039】

この第1の実施形態例において特徴的なことは、外力検知センサを構成するセンサ素子1の製造中に形成されるエッチングストップ層18を導電性材料により構成することである。それ以外の構成は前記従来例と同様である。

【0040】

ところで、近年では、角速度センサ等の外力検知センサのより高い感度が要求されるようになってきているために、センサ素子1をより一層寸法精度良く製造することが望まれている。このことから、前述したような貫通部20の側壁面に形成されるノッチnや過剰エッチングが大きな問題となってきている。従来では、前述したように、エッチングストップ層18は、層形成の容易さや、製造プロセスの簡素化の観点から、絶縁体により形成しており、他の材料によりエッチングストップ層18を形成することは考えられなかったが、上記問題を解決するために、本発明者は、上記エッチングストップ層18を導電性材料により構成することを考えた。

【0041】

すなわち、この第1の実施形態例では、図1(a)に示すように、素子基板3

の裏面 3 b に凹部 16 を形成して、設定の厚み d (例えば、 $70\mu\text{m}$) のメンブレン 17 を形成する。そして、図 1 (b) に示すように、上記凹部 16 の天面 16 a (メンブレン 17 の裏面側) にエッチングストップ層 18 を形成する。この第 1 の実施形態例では、上記したように、エッチングストップ層 18 は導電性材料により構成されており、例えば、電子ビーム蒸着法や、スパッタ等の成膜形成技術によって上記凹部 16 の天面 16 a にエッチングストップ層 18 を形成する。また、この第 1 の実施形態例では、エッチングストップ層 18 を形成する導電性材料は、エッチングストップ層としての機能を確実に果たすために、選択比 (つまり、エッチングストップ層 18 のドライエッチング速度に対する素子基板 3 のドライエッチング速度の比) が 1 以上となるものである。

【0042】

次に、図 1 (c) に示すように、上記支持基板 2 を素子基板 3 の裏面 3 b 側に配置して、上記支持基板 2 と素子基板 3 を陽極接合する。そして、図 1 (d) に示すように、フォトリソグラフィと、RIE 等のドライエッチング技術とを利用して、素子基板 3 の上記メンブレン 17 を表面 3 a 側から貫通ドライエッチングして上記エッチングストップ層 18 に達する貫通部 20 を複数個形成し、これら複数の貫通部 20 によって、図 6 に示すようなセンサ素子 1 を形作る。

【0043】

上記貫通ドライエッチング中には、オーバーエッチング中の貫通部 20 において、該貫通部 20 の内部にエッチングガスが入り込んで該エッチングガス中のプラスイオンがエッチングストップ層 18 に衝突してエッチングストップ層 18 がプラスに帯電するが、エッチングストップ層 18 は導電性材料によって形成されているために、そのエッチングストップ層 18 のプラス電荷は、瞬時に、貫通部 20 の側壁面のマイナス電荷と電氣的に中和されて、エッチングストップ層 18 のプラス帯電状態は解消される。

【0044】

これにより、オーバーエッチング中の貫通部 20 では、内部に入り込んだエッチングガス中のプラスイオンは真っ直ぐエッチングストップ層 18 に向かって直進してエッチングストップ層 18 に衝突することとなり、従来のようにプラスに

帯電し続けるエッチングストップ層 18 に起因してプラスイオンの進路が湾曲して貫通部 20 の側壁面に衝突して該側壁面にノッチ n を形成してしまうという問題を防止することができる。

【0045】

また、この第 1 の実施形態例では、エッチングストップ層 18 は上記の如く導電性材料により構成されて熱伝導が良いものであることから、熱伝搬通路として機能することができるものである。これにより、オーバーエッチング中の貫通部 20 によって囲まれている部分がエッチングガスの衝突によって発熱しても、その熱はエッチングストップ層 18 を通って他の領域に伝搬することとなり、エッチング加工対象領域のほぼ全領域の温度を同程度にすることができる。これにより、温度不均一に起因した過剰エッチングを回避することができることとなる。

【0046】

上記のように、エッチングストップ層 18 を導電性材料により構成することによって、貫通部 20 の側壁面のノッチ n 防止効果と、温度不均一に起因した過剰エッチング回避効果とを共に奏することができる。特に、本発明者の実験により得られたところによると、上記エッチングストップ層 18 を構成する材料として、導電率が $1 \times 10^6 \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ 以上、かつ、熱伝導率が $0.1 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 以上である導電性材料を用いた場合に、上記効果が顕著となり、望ましい。例えば、エッチングストップ層 18 をチタン（導電率 $1.7 \times 10^6 \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ 、熱伝導率 $0.219 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ）や、アルミニウム（導電率 $3.8 \times 10^7 \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ 、熱伝導率 $2.37 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ）により構成することが最適である。

【0047】

また、もちろん、エッチングストップ層 18 の導電性材料として、ニッケルや銅等を用いてもよいものである。なお、エッチングストップ層 18 の厚みは、該エッチングストップ層 18 を構成する導電性材料の種類やメンブレン 17 の厚み等を考慮して適宜設定されるものであり、例えば、エッチングストップ層 18 をチタンあるいはアルミニウムにより構成する際には、そのエッチングストップ層 18 を例えば約 300 nm の厚みに形成する。

【 0 0 4 8 】

上記貫通ドライエッチングによって所定の全ての貫通部 2 0 の形成が終了した後に、上記導電性材料から成るエッチングストップ層 1 8 を例えばフッ化水素酸水溶液によって図 1 (e) に示すようにウエットエッチング除去する。なお、上記フッ化水素酸水溶液は、導電性材料のエッチングストップ層 1 8 をウエットエッチング除去するが、素子基板 3 には損傷を与えないものである。

【 0 0 4 9 】

上記の如く、エッチングストップ層 1 8 をウエットエッチング除去した後に、必要に応じて、図 1 (e) の点線に示すような蓋部 3 0 を設けてもよい。この場合には、例えば、凹部 3 1 が形成された蓋部 3 0 であるガラス基板を上記図 1 (e) に示す素子基板 3 の表面側に配置し、上記ガラス基板 3 0 の凹部 3 1 を素子基板 3 のセンサ素子 1 に対向させて素子基板 3 とガラス基板 3 0 を重ね合わせ陽極接合する。このように、蓋部 3 0 が設けられる場合には、センサ素子 1 は支持基板 2 と蓋部 3 0 によって形成される内部空間内に収容封止されることとなり、その内部空間内は、センサ素子 1 の動作特性に応じて、減圧されることもある。

【 0 0 5 0 】

この第 1 の実施形態例では、上記のような製造手法により、外力検知センサを製造する。

【 0 0 5 1 】

この第 1 の実施形態例によれば、エッチングストップ層 1 8 を導電性材料により構成したので、上記の如く、貫通ドライエッチング中に、オーバーエッチング中の貫通部 2 0 の底部におけるエッチングストップ層 1 8 がプラスに帯電し続けるのを防止することができ、エッチングストップ層 1 8 の継続的なプラス帯電に起因した貫通部 2 0 の側壁面のノッチ n 形成を回避することができる。また、この導電性材料から成るエッチングストップ層 1 8 は熱伝搬通路として機能することができるので、このエッチングストップ層 1 8 を介して熱が伝搬してエッチング加工対象領域のほぼ全領域に互り、温度をほぼ同程度に維持することができ、温度不均一に起因した過剰エッチングを防止することができる。

【 0 0 5 2 】

上記のように、ノッチ n 形成と過剰エッチングを共に防止することができるので、センサ素子1を寸法精度良く製造することができ、感度が良く、かつ、出力感度が安定した外力検知センサを提供することができて、外力検知センサの品質の信頼性を高めることが可能となる。

【0053】

また、この第1の実施形態例では、エッチングストップ層18は前記選択比が1以上となる導電性材料によって構成されているので、貫通ドライエッチング中に、エッチングストップ層18がエッチング除去されてしまってエッチングストップ層18に穴が開くという問題は殆ど発生しない。また、仮に、エッチングストップ層18に穴が開いてしまっても、この第1の実施形態例では、凹部16の天面16aのほぼ全面にエッチングストップ層18が形成されているので、上記エッチングストップ層18の穴から凹部16の内部に入り込んだエッチングガスによって、凹部16の天面16aが損傷されるのを防止することができる。

【0054】

なお、上記第1の実施形態例に示したように、エッチングストップ層18を導電性材料によって構成することによって、従来の製造プロセスに様々な変更を加えなければならず、当然に、本発明者は、エッチングストップ層18を導電性材料によって形成した場合に適切な製造プロセスを検討しているが、ここでは、その詳細な説明は省略する。

【0055】

以下に、第2の実施形態例を説明する。なお、この第2の実施形態例の説明において、前記第1の実施形態例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

【0056】

図2(a)～(e)には本発明に係る外力検知センサの製造方法の第2の実施形態例が示されている。この第2の実施形態例では、まず、図2(a)に示すように、素子基板3の裏面3bのほぼ全面にエッチングストップ層18を例えばスパッタ等の成膜形成技術によって形成する。この第2の実施形態例においても、エッチングストップ層18は前記第1の実施形態例と同様に導電性材料により構

成されている。

【 0 0 5 7 】

そして、図 2 (b) に示すように、上記素子基板 3 の裏面 3 b 側に上記エッチングストップ層 1 8 および接着層 (例えばフォトレジスト) 2 3 を介してダミー支持基板 2 5 を貼り合わせる。

【 0 0 5 8 】

然る後に、図 2 (c) に示すように、貫通ドライエッチングによって、素子基板 3 の表面 3 a 側からエッチングストップ層 1 8 に至る貫通部 2 0 を複数形成して、図 6 に示すようなセンサ素子 1 を形作る。

【 0 0 5 9 】

そして、上記素子基板 3 とダミー支持基板 2 5 の結合体をアセトン溶液等に浸漬して上記接着層 2 3 を溶解し、素子基板 3 からダミー支持基板 2 5 を剥離する。その後、図 2 (d) に示すように、フッ化水素酸水溶液等の水溶液を用いて上記導電性材料から成るエッチングストップ層 1 8 をウェットエッチング除去する。

【 0 0 6 0 】

然る後に、図 2 (e) に示すように、凹部 2 6 が形成されたガラスの支持基板 2 を素子基板 3 の裏面 3 b 側に配置して該素子基板 3 のセンサ素子 1 に上記支持基板 2 の凹部 2 6 を対向させ、素子基板 3 に支持基板 2 を陽極接合する。なお、この際、必要に応じて、前記第 1 の実施形態例に示したような蓋部 3 0 を素子基板 3 0 の表面側に同時に陽極接合してもよい。上記支持基板 2 の凹部 2 6 は、上記センサ素子 1 の可動を妨げないためのものである。

【 0 0 6 1 】

この第 2 の実施形態例においても、前記第 1 の実施形態例と同様に、エッチングストップ層 1 8 を導電性材料により構成したので、エッチングストップ層 1 8 がプラスに帯電し続けるのを防止することができて、貫通部 2 0 の側壁面におけるノッチ n の形成を回避することができると共に、エッチング加工領域の温度不均一を防止できて、温度不均一に起因した過剰エッチングを回避することができ、これにより、センサ素子 1 を寸法精度良く製造することができ、感度が良く

、かつ、出力感度の安定性が良い外力検知センサを提供することができることとなる。

【 0 0 6 2 】

以下に、第 3 の実施形態例を説明する。なお、この第 3 の実施形態例の説明において、前記各実施形態例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

【 0 0 6 3 】

図 3 (a) ～ (d) には外力検知センサの製造方法の第 3 の実施形態例が示されている。この第 3 の実施形態例では、まず、図 3 (a) に示すように、半導体の素子基板 3 の裏面 3 b における設定のセンサ素子形成領域 R (つまり、図 6 に示すようなセンサ素子 1 を形成するための領域) にエッチングストップ層 1 8 を形成する。この第 3 の実施形態例においても、前記各実施形態例と同様に、エッチングストップ層 1 8 は導電性材料により形成されており、前記各実施形態例と同様に電子ビーム蒸着法やスパッタ等の成膜形成技術により素子基板 3 の裏面 3 b 側に上記エッチングストップ層 1 8 を形成する。

【 0 0 6 4 】

そして、図 3 (b) に示すように、凹部 2 6 が形成されたガラスの支持基板 2 を素子基板 3 の裏面 3 b 側に配置して素子基板 3 のエッチングストップ層 1 8 に支持基板 2 の凹部 2 6 を対向させ、素子基板 3 に支持基板 2 を陽極接合する。

【 0 0 6 5 】

然る後に、図 3 (c) に示すように、貫通ドライエッチングによって、素子基板 3 の表面 3 a 側からセンサ素子形成領域 R を加工してエッチングストップ層 1 8 に達する複数の貫通部 2 0 を形成し、図 6 に示すようなセンサ素子 1 を形作る。次に、図 3 (d) に示すように、エッチングストップ層 1 8 を前記各実施形態例と同様な手法により除去する。この後に、必要に応じて、前記第 1 の実施形態例に述べたような蓋部 3 0 を素子基板 3 0 の表面側に陽極接合してもよい。このようにして、外力検知センサを製造することができる。

【 0 0 6 6 】

この第 3 の実施形態例においても、前記各実施形態例と同様に、エッチングス

トップ層 18 を導電性材料により構成しているので、貫通部 20 の側壁面のノッチ n 形成および過剰エッチングを共に回避することができ、設計寸法通りにセンサ素子 1 を形成することができることとなる。これにより、感度に優れ、かつ、出力感度の安定性が良い外力検知センサを提供することが可能となる。

【 0 0 6 7 】

以下に、第 4 の実施形態例を説明する。なお、この第 4 の実施形態例の説明において、前記各実施形態例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

【 0 0 6 8 】

図 4 (a) ～ (e) には外力検知センサの製造方法の第 4 の実施形態例が示されている。この第 4 の実施形態例では、前記第 3 の実施形態例とほぼ同様な製造工程によって外力検知センサを製造していくが、異なる特徴的なことは、図 4 (b) に示すように半導体の素子基板 3 にガラスの支持基板 2 を陽極接合した後に、図 4 (c) に示すように、素子基板 3 を予め定めた厚みにエッチングや切削等により薄くし、その後に、貫通ドライエッチングにより、素子基板 3 に複数の貫通部 20 を形成してセンサ素子 1 を形作ることである。

【 0 0 6 9 】

この第 4 の実施形態例によれば、前記各実施形態例と同様に、エッチングストップ層 18 を導電性材料により構成するので、貫通部 20 の側壁面におけるノッチ n の形成および過剰エッチングを共に回避することができ、センサ素子 1 を寸法精度良く形成することができ、感度に優れ、かつ、出力感度の安定性が良い外力検知センサを提供することができる。

【 0 0 7 0 】

ところで、外力検知センサの製造中に、薄く加工された素子基板 3 を単体で搬送（ハンドリング）すると、その薄い単体の素子基板 3 が割れたり、一部分が欠けるという如く、破損し易い。これに対して、この第 4 の実施形態例では、素子基板 3 を薄く形成する前にその素子基板 3 に支持基板 2 を接合し、その後に、素子基板 3 を薄く加工するので、薄い素子基板 3 が単体で搬送されることが無くなり、製造中における素子基板 3 の破損を防止することができる。また、外力検知

センサを製造するのに、非常に精密な搬送装置を用いなくとも済む。

【 0 0 7 1 】

以下に、第 5 の実施形態例を説明する。なお、この第 5 の実施形態例の説明において、前記各実施形態例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

【 0 0 7 2 】

図 5 (a) ～ (e) には外力検知センサの製造方法の第 5 の実施形態例が示されている。この第 5 の実施形態例では、まず、図 5 (a) に示すように、半導体の素子基板 3 の表面 3 a と裏面 3 b の両面における設定のセンサ素子形成領域 R にそれぞれ凹部 2 7 , 2 8 を形成してメンブレン 1 7 を形成する。

【 0 0 7 3 】

次に、図 5 (b) に示すように、上記メンブレン 1 7 の裏面側にエッチングストップ層 1 8 を形成する。この第 5 の実施形態例においても前記各実施形態例と同様に、上記エッチングストップ層 1 8 は導電性材料により構成する。

【 0 0 7 4 】

そして、然る後に、図 5 (c) に示すように、素子基板 3 の裏面 3 b 側にガラスの支持基板 2 を陽極接合し、図 5 (d) に示すように、上記メンブレン 1 7 を表面側から貫通ドライエッチングして複数の貫通部 2 0 を形成して図 6 に示すようなセンサ素子 1 を形作る。次に、図 5 (e) に示すように、エッチングストップ層 1 8 を前記各実施形態例と同様の手法により除去してセンサ素子 1 が形成される。この後に、必要に応じて、前記各実施形態例と同様に素子基板 3 の表面側に蓋部 3 0 を設けてもよい。以上のようにして、外力検知センサを製造することができる。

【 0 0 7 5 】

この第 5 の実施形態例においても、前記各実施形態例と同様に、エッチングストップ層 1 8 を導電性材料により構成することによって、貫通部 2 0 の側壁面におけるノッチ n の形成および過剰エッチングを共に回避することができ、これにより、センサ素子 1 を設計寸法通りに形成することができて外力検知センサの感度および出力感度の安定性を向上させることができる。

【 0 0 7 6 】

なお、この発明は上記各実施形態例に限定されるものではなく、様々な実施の形態を採り得る。例えば、上記各実施形態例では、ドライエッチング中に素子基板 3 を冷却しなかったが、ドライエッチング中に、素子基板 3 を冷却するようにしてもよい。従来の如くエッチングストップ層 1 8 が絶縁体により構成されている場合には、貫通ドライエッチング中に素子基板 3 全体を冷却しても、前記したような温度不均一問題が生じる。これに対して、上記各実施形態例と同様に、エッチングストップ層 1 8 を導電性材料によって形成することにより、貫通ドライエッチング中に素子基板 3 を冷却する場合においても、上記各実施形態例と同様の効果を奏することができることとなる。

【 0 0 7 7 】

また、上記第 2 の実施形態例では、素子基板 3 はエッチングストップ層 1 8 と接着層 2 3 を介してダミー支持基板 2 5 を接合していたが、導電性樹脂等の導電性接着剤によりエッチングストップ層 1 8 を構成する場合には、該エッチングストップ層 1 8 が接着層としても機能することができることから、上記接着層 2 3 を省略することができる。

【 0 0 7 8 】

さらに、上記各実施形態例では、支持基板 2 はガラス材料により形成されていたが、この支持基板 2 はシリコン基板により構成してもよく、支持基板 2 を形成する材料は限定されるものではない。

【 0 0 7 9 】

さらに、上記各実施形態例では、エッチングストップ層 1 8 は、選択比が 1 以上となる導電性材料によって構成されていたが、エッチングストップ層 1 8 の厚みを厚くする等の場合には、選択比が 1 未満となる導電性材料によって構成してもよい。

【 0 0 8 0 】

さらに、上記各実施形態例では、図 6 に示すような角速度センサを例にして説明したが、もちろん、この発明は、図 6 に示す角速度センサ以外の角速度センサや、角速度センサ以外の例えば加速度センサ等の様々な外力検知センサにも適用

することができるものである。

【 0 0 8 1 】

【発明の効果】

この発明によれば、エッチングストップ層を導電性材料により構成したので、貫通ドライエッチングによって素子基板に貫通部を形成している最中に、オーバーエッチング中の貫通部の内部に入り込んだエッチングガスのプラスイオンがエッチングストップ層に衝突してエッチングストップ層をプラスに帯電させても、そのエッチングストップ層のプラス電荷は、瞬時に、貫通部の側壁面のマイナス電荷と電氣的に中和してエッチングストップ層のプラス帯電状態は解消されて継続しないこととなる。

【 0 0 8 2 】

このため、オーバーエッチング中の貫通部の内部に入り込んだエッチングガス中のプラスイオンはほぼ全て真っ直ぐにエッチングストップ層に向かって直進し、貫通部の側壁面に衝突するのを防止することができる。これにより、貫通部の側壁面にノッチが形成されるのを回避することができる。

【 0 0 8 3 】

また、エッチングストップ層は導電性材料により構成されて熱伝導率が良いことから、熱伝搬通路として機能することができ、貫通ドライエッチング中に、エッチング加工対象領域をほぼ全領域に互り同程度の温度にすることができ、温度不均一に起因した過剰エッチングを防止することができる。

【 0 0 8 4 】

上記のように、エッチングストップ層を導電性材料により構成することによって、貫通部の側壁面におけるノッチ形成と、過剰エッチングとを共に回避することが可能である。このことにより、センサ素子を設計通りに寸法精度良く製造することができる。このため、感度に優れ、かつ、出力感度が安定して、品質の信頼性が高い外力検知センサを提供することができる。

【 0 0 8 5 】

素子基板の裏面側に凹部を設けてメンブレンを形成し、貫通ドライエッチングにより上記メンブレンを加工してセンサ素子を形成して外力検知センサを製造す

るものや、素子基板にダミー支持基板を接合した後に、貫通ドライエッチングにより上記素子基板を加工してセンサ素子を形成して外力検知センサを製造するものや、素子基板の裏面側における設定のセンサ素子形成領域にエッチングストップ層を形成し、凹部が形成された支持基板を上記素子基板に接合した後に、貫通ドライエッチングにより上記メンブレンを加工してセンサ素子を形成して外力検知センサを製造するものや、素子基板の表裏両面側に凹部を設けてメンブレンを形成し、貫通ドライエッチングにより上記メンブレンを加工してセンサ素子を形成して外力検知センサを製造するものにあつては、センサ素子は非常に微細なものであり、寸法精度良くセンサ素子を形成するのは容易ではないが、この発明を用いることによって、そのような微細な素子であっても、設計通りに寸法精度良くセンサ素子を製造することが容易となり、小型かつ性能に優れた外力検知センサを製造するのに非常に有効である。

【 0 0 8 6 】

素子基板の裏面側における設定のセンサ素子形成領域にエッチングストップ層を形成し、凹部が形成された支持基板を上記素子基板に接合した後に、その素子基板を所定の厚みに薄く加工し、貫通ドライエッチングにより上記メンブレンを加工してセンサ素子を形成して外力検知センサを製造するものにあつては、製造中に、支持基板によって薄い素子基板を保護することができ、素子基板の破損を防止することができ、外力検知センサの歩留まりを向上させることが可能となる。

【 0 0 8 7 】

素子基板がシリコンにより構成され、支持基板がガラス材料により構成されて素子基板と支持基板を陽極接合するものにあつては、素子基板と支持基板を強固に接合することができ、外力検知センサの機械的な信頼性を高めることができる。

【 0 0 8 8 】

また、センサ素子が可動素子であるものにあつては、より厳密な寸法精度が要求されるが、この発明を用いることにより、その厳しい要求に対しても十分に 대응することができ、特性が良い可動素子であるセンサ素子を製造することが可能と

なり、より感度に優れ、かつ、出力感度の安定性が良い外力検知センサを提供することができる。

【 0 0 8 9 】

さらに、エッチングストップ層のドライエッチング速度に対する素子基板のドライエッチング速度の比である選択比が1以上となる導電性材料によってエッチングストップ層が形成されているものにあつては、ドライエッチング加工中に、エッチングストップ層に穴が開いてしまうという事態を確実に回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る外力検知センサの製造方法の第1の実施形態例を説明するための図である。

【図2】

第2の実施形態例を示す説明図である。

【図3】

第3の実施形態例を示す説明図である。

【図4】

第4の実施形態例を示す説明図である。

【図5】

第5の実施形態例を示す説明図である。

【図6】

外力検知センサの一例を示す説明図である。

【図7】

外力検知センサの製造方法の従来例を示す説明図である。

【図8】

従来の課題を説明するための図である。

【符号の説明】

- 1 センサ素子
- 2 支持基板

3 素子基板

5 振動体

1 6 凹部

1 6 a 凹部の天面

1 7 メンブレン

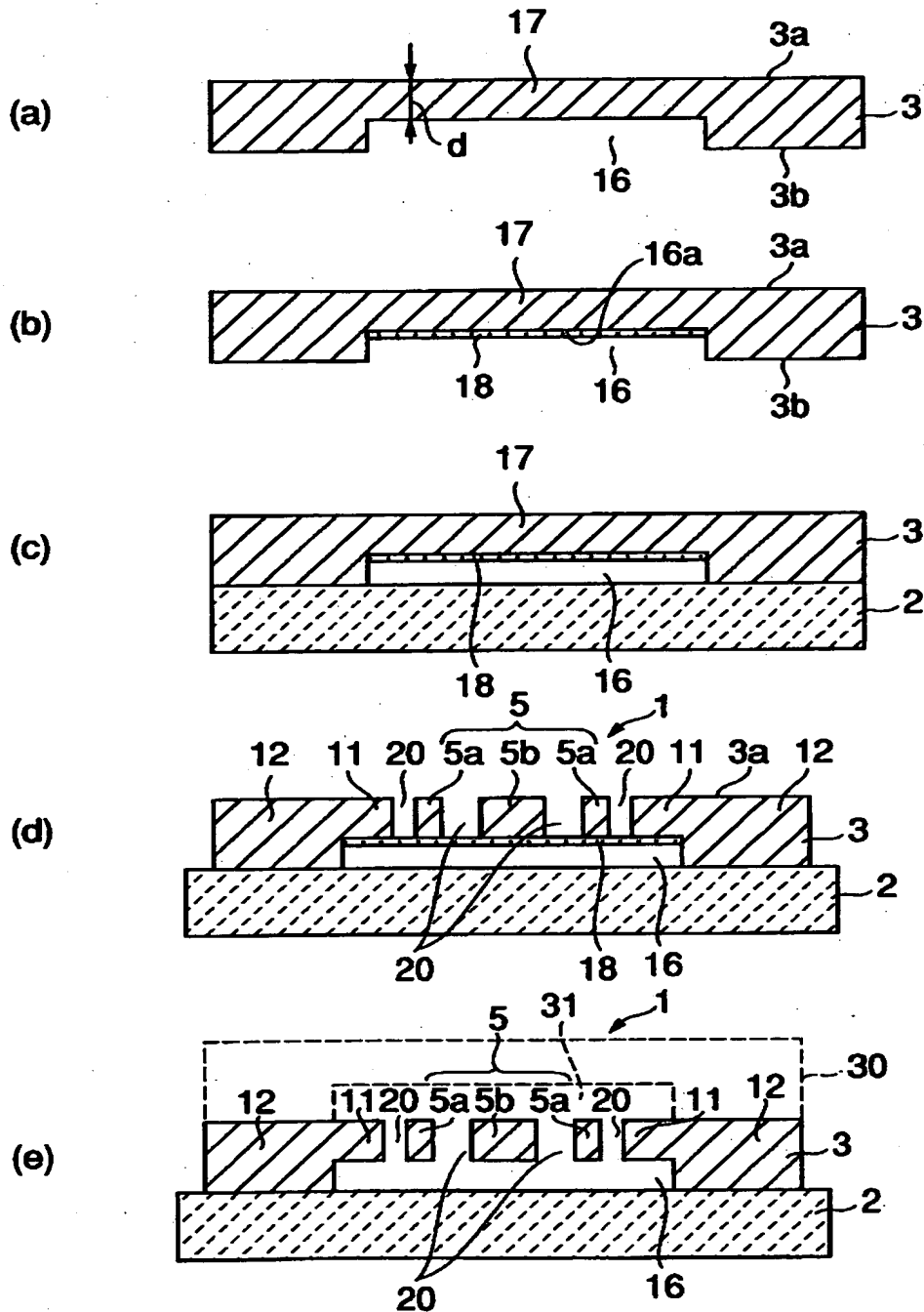
2 0 貫通部

2 5 ダミー支持基板

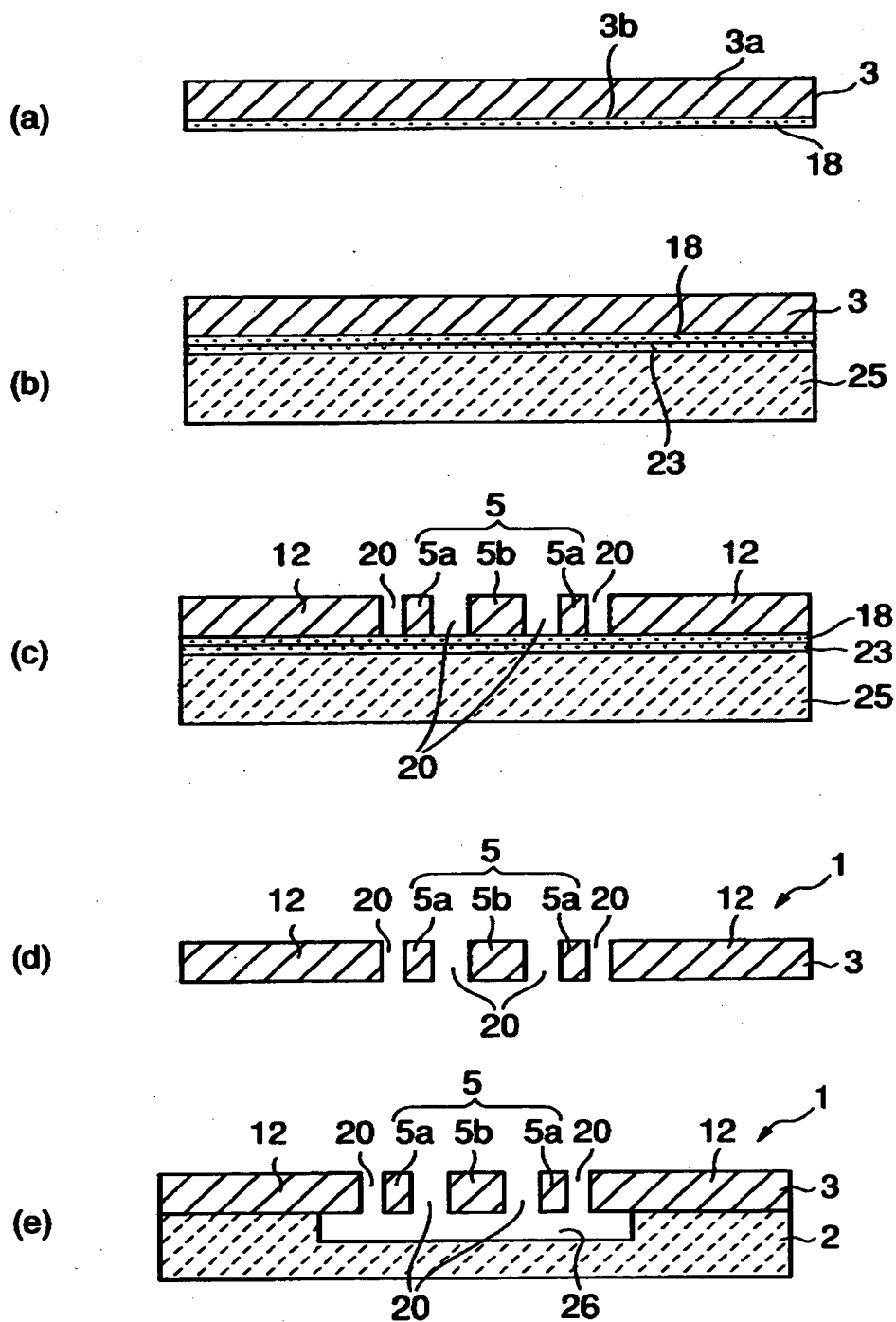
【書類名】

図面

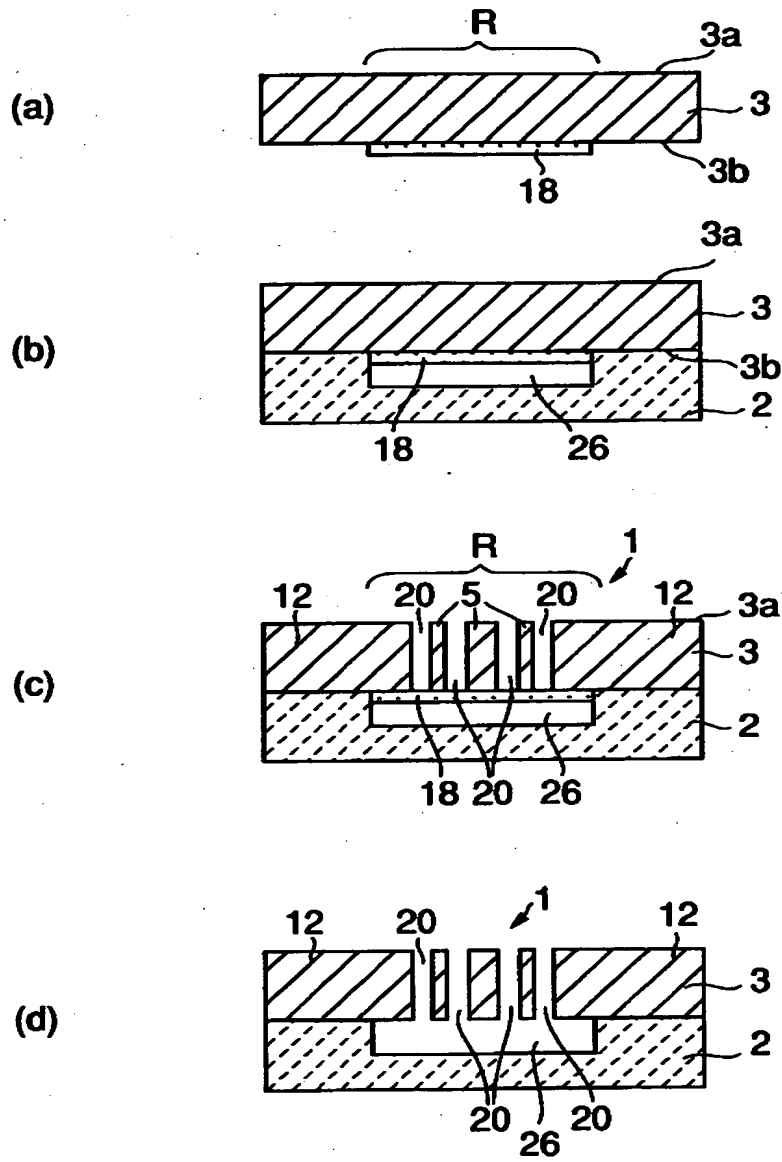
【図1】



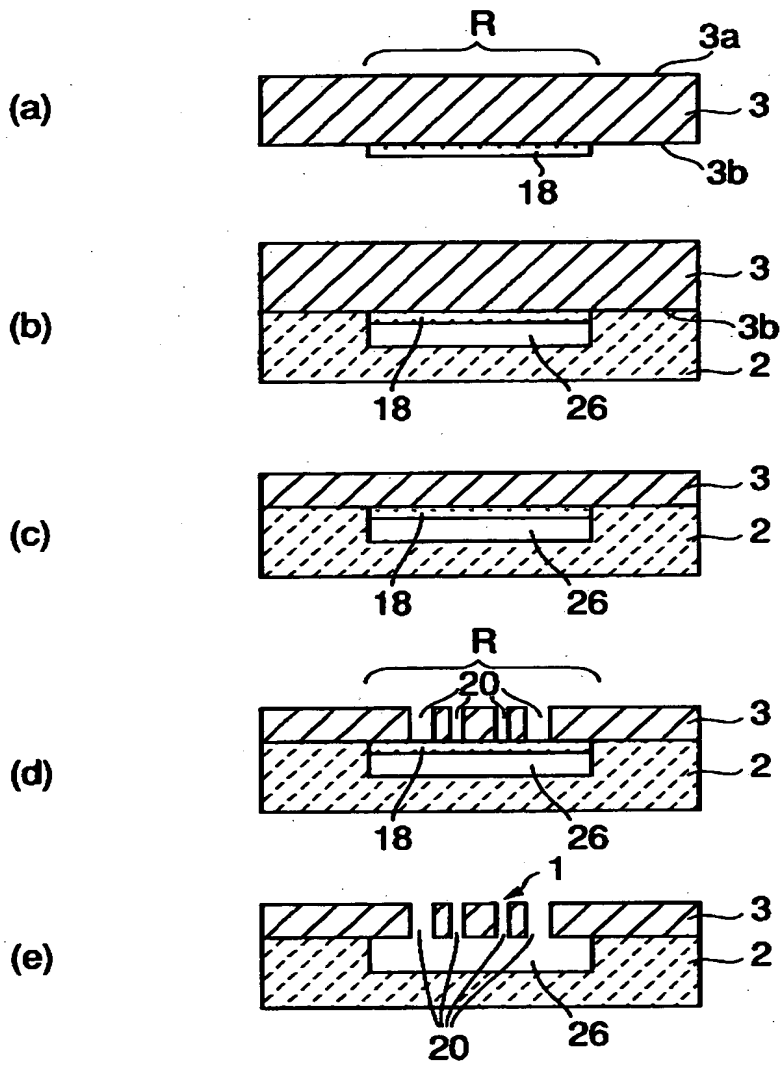
【図 2】



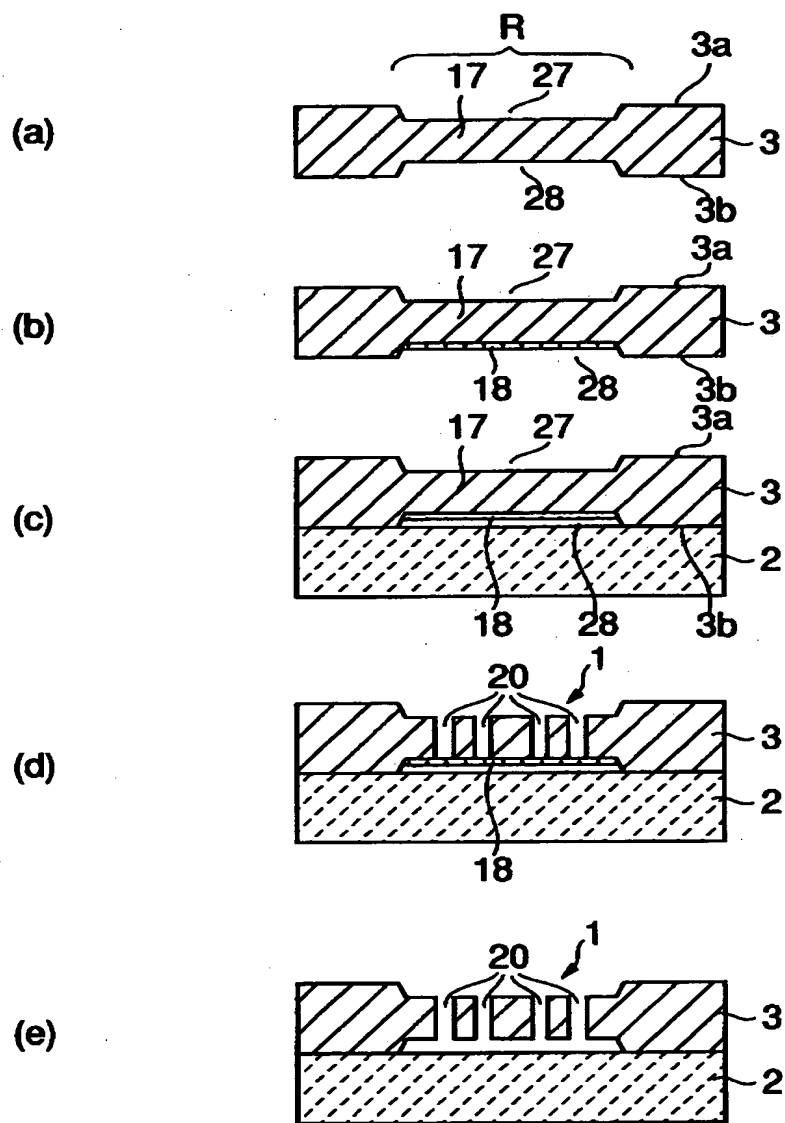
【図 3】



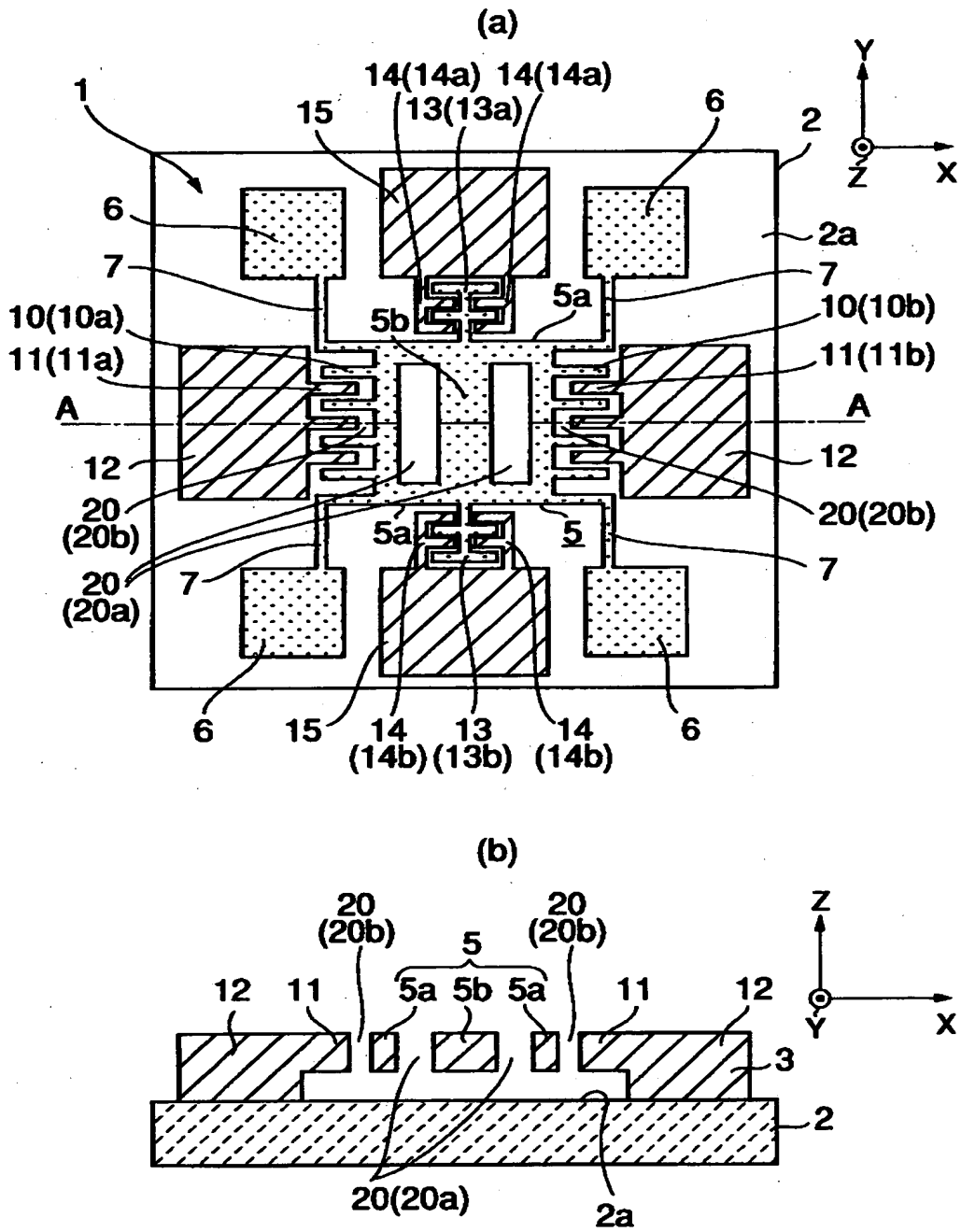
【図4】



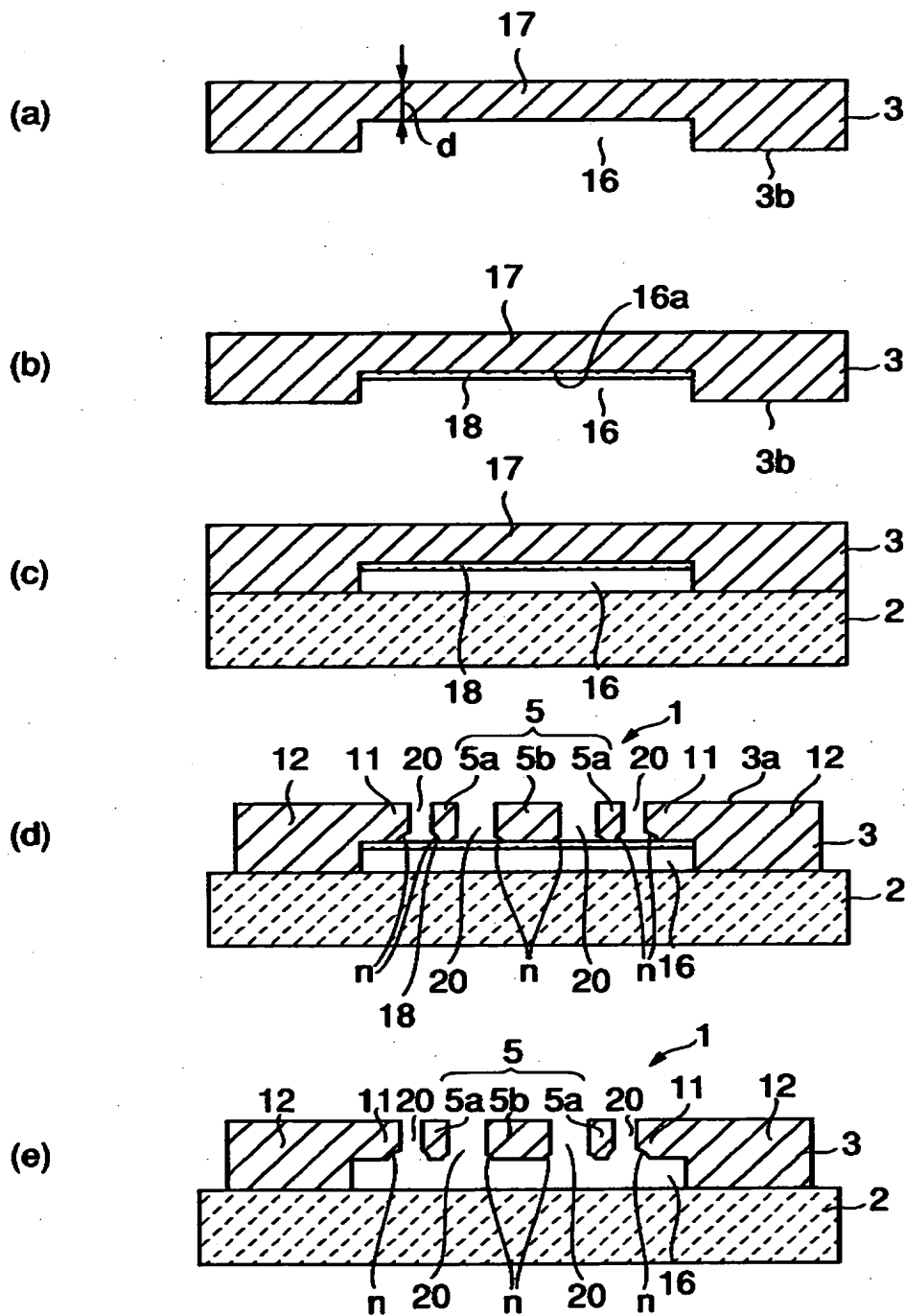
【図 5】



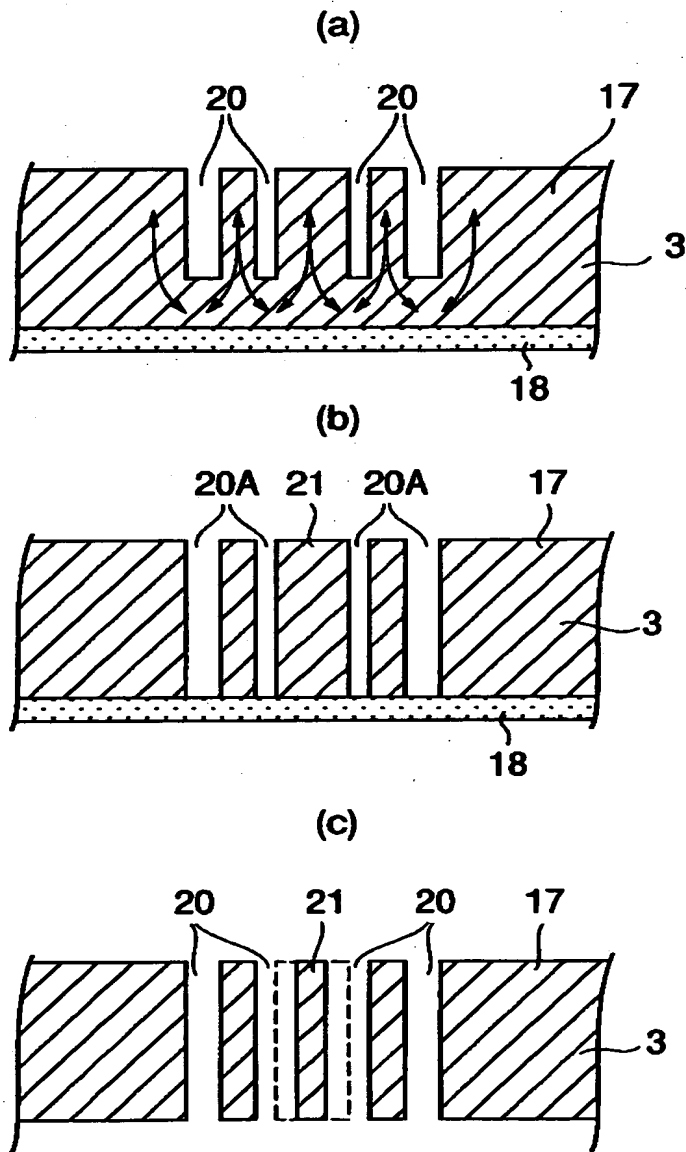
【図6】



【図 7】



【図8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 外力検知センサのセンサ素子を寸法精度良く形成する。

【解決手段】 素子基板 3 の裏面 3 b に凹部 1 6 を形成してメンブレン 1 7 を形成する。次に、凹部 1 6 の天面 1 6 a に導電性材料から成るエッチングストップ層 1 8 を形成する。そして、シリコンの素子基板 3 とガラスの支持基板 2 を陽極接合した後に、素子基板 3 の表面 3 a 側からエッチングストップ層 1 8 に至る貫通部 2 0 をドライエッチングによって複数個形成してセンサ素子 1 を形作る。然る後に、エッチングストップ層 1 8 をフッ化水素酸水溶液によってウエットエッチング除去する。導電性材料のエッチングストップ層 1 8 は、貫通部 2 0 の側壁面にノッチが形成されるのを防止すると共に、過剰エッチングを防止する。これにより、設計通りに寸法精度良くセンサ素子 1 を製造することができ、出力感度の安定性に優れた外力検知センサを提供できる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006231]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	京都府長岡京市天神二丁目26番10号
氏 名	株式会社村田製作所